

BAB V

ANALISIS

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kenyamanan siswa dalam belajar mengajar di kelas. Aktifitas belajar mengajar di kelas yang dilakukan oleh siswa memerlukan suatu ruang yang nyaman khususnya kenyamanan suara pada kelas yang terletak di tepi jalan yang bising.

Kebisingan terjadi disebabkan oleh beberapa faktor. Dari beberapa faktor yang mempengaruhinya, faktor jarak dan lay out bangunan adalah faktor yang paling dominan. Selain faktor diatas perletakan, macam dan orientasi bukaan, pemakaian furniture dan penggunaan barrier sebagai penangkal bising sangat diperlukan guna memberikan keamanan dan kenyamanan bangunan. Faktor-faktor tersebut diataslah yang mempengaruhi siswa dapat menerima pelajaran dengan baik dijadikan asumsi untuk perhitungan kabisingan lebih lanjut.

Penelitian tentang kebisingan ini menitik beratkan pada perlindungan terhadap bahan dinding-dinding pemisah, lantai, pintu dan jendela; analisa tentang lay out, perletakan dan macan bukaan, peranan pagar sebagai barrier serta lay out dan jarak bangunan terhadap sumber bising.

Berdasarkan kesimpulan survey lapangan dan pengumpulan data-data yang ada maka hasil data yang mempengaruhi penyebaran bising yang berpengaruh bagi siswa yang sedang belajar di kelas.

Pada tahap analisis ini akan mencari perhitungan serta pengaruh hal-hal sebagai berikut :

1. Analisis lay out bangunan berdasarkan sumber bising yang ada

2. Analisis perletakan, macam dan dimensi bukaan serta pengaruh terhadap dinding bangunan dalam menurunkan kebisingan.
3. Analisis pengaruh pagar dan furniture dalam menurunkan sumber-sumber bising yang ada
4. Analisis perhitungan dan perlindungan terhadap hubungan bahan dinding-dinding pemisah, lantai, pintu dan jendela

Berdasarkan hasil survey lapangan yang telah ada maka didapat hasil lapangan yang berupa :

- Sebaran-sebaran sumber bising
- pagar (barrier) dapat mengurangi kebisingan
- volume furniture yang berada dalam kelas berpengaruh pada penyerapan suara
- kurangnya perlindungan terhadap dinding pemisah, lantai, pintu dan jendela
- luas tanah dan jarak bangunan
- perletakan dan macam jendela

sehingga dari kesimpulan hasil lapangan tersebut akan dilakukan proses analisis untuk menguraikan permasalahan berdasarkan hasil survey lapangan. Dari tahap-tahap diatas diharapkan akan mendapat hal-hal sebagai berikut :

1. bangunan kelas yang dipertahankan
2. bangunan kelas yang berubah
3. perletakan, macam jendela yang paling baik dalam mereduksi bising dari luar
4. mengadakan perlindungan pada dinding pemisah, lantai, pintu dan jendela yang sesuai dengan tingkat kebisingan yang ada.

5.1. ANALISIS LAY OUT BANGUNAN BERDASARKAN SUMBER BISING YANG ADA

Sebuah lay out bangunan pendidikan yang kondusif adalah penataan bangunan yang mempertimbangkan seminimal mungkin pengaruh terhadap sumber bising yang ada. Dalam hal ini sehubungan dengan penataan lay out bangunan pada SDN Tukangan I & II yang mana pada lokasi bangunannya memiliki permasalahan kebisingan yang sangat mengganggu.

SD Negeri Tukangan I & II ini memiliki lay out bangunan yang kurang terencana dengan baik karena daerah privat (ruang kelas) terletak sangat dekat dengan jalan sedangkan semi privat dan service terletak jauh dari jalan sehingga pada ruang kelas terjadi kebisingan yang sangat tinggi. Lay out bangunan yang ada pada SD Negeri Tukangan I & II ini memiliki lay out bangunan berbentuk I sehingga tidak dapat mereduksi suara dengan baik. Lay out bangunan dipengaruhi juga oleh penempatan ruang. Penempatan ruang yang baik adalah dengan menempatkan ruang privat jauh dari jalan, dan dilindungi oleh ruang publik seperti ruang guru, yang dapat diletakkan lebih dekat ke jalan raya.

Penempatan ruang privat sejauh mungkin dari sumber kebisingan akan menurunkan tingkat (intensitas) kebisingan yang diterima ruang tersebut, hal ini sesuai dengan rumus $I = P/4\pi r^2$, dimana I adalah intensitas atau kekuatan suara, P adalah energi sumber suara, dan r adalah jarak antar sumber dengan penerima. Berdasarkan rumus tersebut, bila energi sumber suara di jalan raya besarnya tetap, maka orang yang berada lebih jauh dari jalan akan menerima intensitas kebisingan yang lebih rendah dari mereka yang jaraknya dekat.

☛ Analisis lay out bangunan terhadap bising jalan raya

Untuk mengetahui sejauh mana kekuatan bising yang masuk pada bangunan yang disini adalah bangunan SDN Tukangan II sebagai konstanta bangunan yang dipertahankan, maka berdasarkan rumus tersebut diatas maka didapat sebuah hasil :

Diketahui :

- Energi sumber suara yang masuk pada bangunan yang berasal dari jalan diambil pada titik tertinggi yaitu pada jam 11.05 – 12.20 sebesar 86 dB
- jarak antara sumber bising dengan penerima adalah 1,5 m (gambar 1)

Dicari :

- intensitas atau kekuatan suara yang berasal dari jalan

Perhitungan :

$$I = P/4p^2$$

$$I = 86/4p.1,5^2$$

$$I = 86/4p.2.25$$

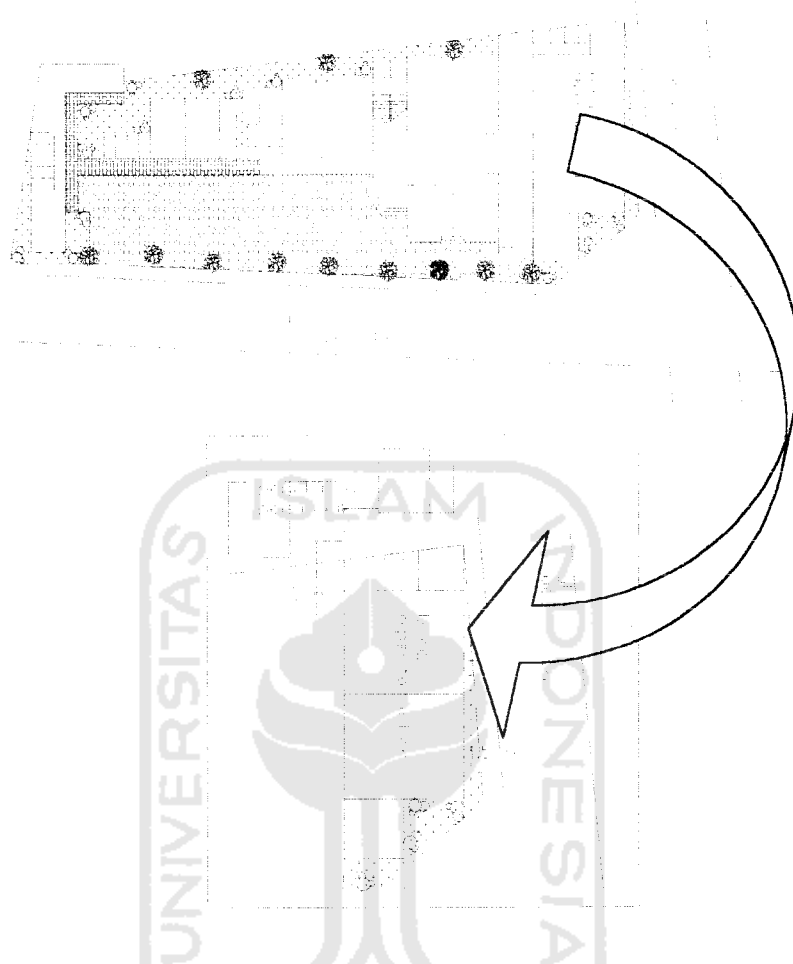
$$I = 9,6 p$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas didapat diketahui bahwa intensitas atau kekuatan yang berasal dari jalan mempunyai kekuatan kurang lebih 9,6 p, dengan jarak 1,5 m dari sumber bising. Kelas yang berada pada bangunan ini tidak terlalu bising dibandingkan kelas lain, sehingga dipertahankan sebagai salah satu unit dalam gubahan massa yang baru.

Gambar 5.1 :

**Analisis penghitungan lay out bangunan
terhadap bising jalan raya dan pemukiman**

sumber : hasil analisa



Analisis lay out bangunan terhadap pemukiman penduduk

Pada penghitungan intensitas terhadap pemukiman penduduk yang ada maka dapat dihitung sebagai berikut.

Diketahui :

- P energi sumber suara dari analisis diambil tertinggi pada teras barat adalah 82 dB
- r jarak pendengar dengan sumber suara 3 m (gambar 5.1)

Dicari :

I intensitas suara pada pemukiman terhadap ruang kelas

Perhitungan :

$$I = P/4pr^2$$

$$I = 82/4p.3^2$$

$$I = 82/36p$$

$$I = 2,3p$$

Jadi dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa jarak sebagai pembagi adalah salah satu unsur dalam menata sebuah lay out bangunan yang baik sesuai dengan lingkungan yang ada. Pada perhitungan ini dapat diketahui bahwa intensitas yang ada pada pemukiman 2 kali lebih kecil dari pada pada bising jalan raya, hal ini dipengaruhi oleh jarak pendengar terhadap sumber bising sebagai konstanta pembagi memiliki jarak yang 2 kali lebih lebar dari jarak bising jalan raya.

Analisa lay out bangunan berdasarkan penghitungan yang telah diperoleh

Bangunan sekolah harus memiliki perlindungan dari kebisingan, apalagi pada bangunan sekolah yang terletak ditepi jalan. Untuk meminimalkan suara bising yang masuk dalam bangunan harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut.

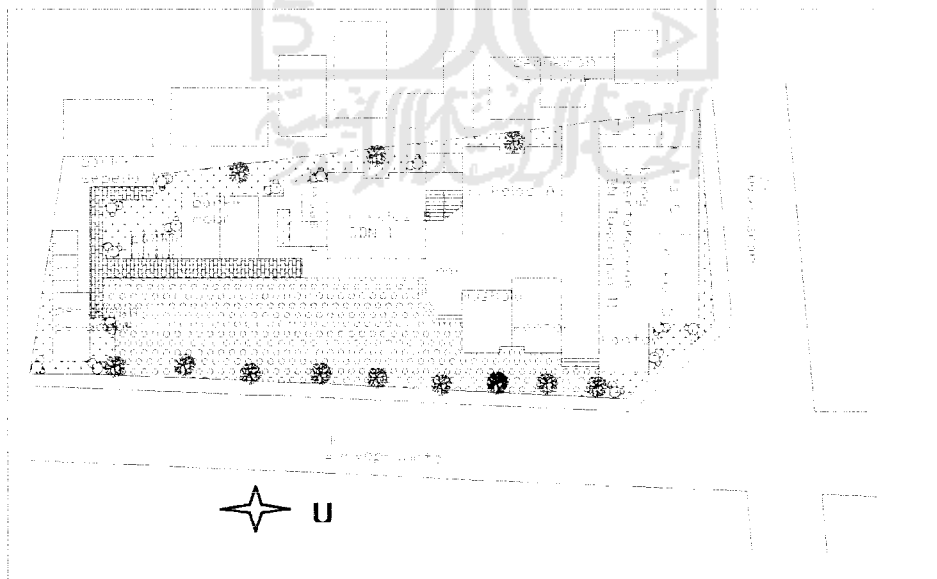
- Perlindungan terhadap barrier
- Menentukan bukaan yang sesuai
- Menyalurkan bising yang masuk

Bangunan sekolah harus mempunyai perlindungan pada barrier. Barrier yang bagus adalah barrier masif. Masif disini berarti barrier harus memiliki bahan yang homogen dan tidak memiliki celah, karena gelombang suara memiliki sifat mampu menembus retak atau celah sekecil apapun. Untuk itu penggunaan barrier berupa dinding ada kalanya dibuat dinding double, hal itu untuk mereduksi bising yang sangat tinggi agar suara yang masuk pada bangunan menjadi kecil.

Bukaan pada bangunan juga berpengaruh, karena bentuk bukaan yang bagus adalah bentuk bukaan dapat menghambat jalannya suara yang masuk dalam bangunan. Bukaan-bukaan yang bagus dalam menghambat bising tapi masih dapat berfungsi untuk sirkulasi udara adalah jendela dengan menggunakan sirip-sirip. Sirip dapat memperpanjang jalannya gelombang suara, sehingga pada saat suara masuk pada bangunan gelombang suara sudah berkurang karena dibelokkan oleh adanya sirip.

Agar kebisingan pada bangunan sekolah dapat terkendali maka yang pertama harus memperhatikan lay out bangunan. Karena pengaturan lay out bangunan yang bagus adalah yang memperhatikan sirkulasi kebisingannya. Pengaturan bising pada sebuah bangunan hendaknya dengan membuat lay out bangunan silang, dimana suara yang masuk dapat dialirkan keluar, tidak mengumpul pada ruang kosong tertentu dalam bangunan.

Pada sekolah ini pengaturan lay out bangunannya sangat buruk karena ruang-ruang dalam bangunan sangat bising karena lay out bangunan berhadapan langsung dengan sumber bising, sehingga bangunan seolah-olah menerima bising yang ada.



Gambar 5.2 :
Analisis situasi yang ada pada SDN Tukangan I & II

Sumber : hasil analisa

Selain hal diatas perletakan pintu gerbang yang berada tepat di depan sumber bising membuat pagar menjadi tidak masif, sebab gelombang suara memiliki sifat mampu menembus retak atau celah sekecil apapun. Sehingga gerbang depan sengaja dimasifkan agar dapat mereduksi bising dengan baik

Selain hal tersebut diatas perletakan pintu gerbang juga harus diperhatikan dengan baik. Pada SDN Tukangan I & II memiliki dua gerbang yang berada disebelah timur bangunan yaitu berhadapan langsung dengan jalan Suryopranoyo yang sangat padat lalulintas. Sehingga barrier tembok yang ada pada sisi timur ini menjadi tidak masif kerana pemasangan dua pintu gerbang. Untuk itu arah orientasi pintu gerbang dirubah diletakkan pada selatan bangunan, sehingga barrier yang berhadapan langsung dengan sumber suara yang tinggi dimasifkan. (lihat gambar 5.2)

Sehingga dari perhitungan dan analisis diatas dapat disimpulkan suatu analisis lay out ruang yang paling optimal pada kasus SDN Tukangan I & II sebagai berikut. Pembagian ruang-ruang harus sesuai dengan fungsinya sehingga nantinya ruang-ruang yang ada bermanfaat, dengan cara meletakkan ruang privat yaitu ruang kelas jauh dari bising utama, sedangkan ruang public dan ruang service diletakkan lebih dekat dengan sumber bising (lihat gambar 5.2). Pada gambar tersebut dapat dilihat bangunan yang dipertahankan dan sekaligus sebagai konstanta adalah bangunan C dan D, yaitu kelas II dan III yang berada pada SD Tukangan II hal ini dikarenakan kelas pada posisi tersebut adalah kelas yang paling minim dalam mereduksi kebisingan yang ada, sehingga bangunan tersebut tetap dipertahankan. Sedangkan lay out bangunan baru dibuat dengan cara seperti gambar 5.2 diatas, dikarenakan ingin memperluas open space yang ada sehingga anak-

anak dapat dengan leluasa bermain diluar kelas. Karena pada bangunan sebelumnya sekolah ini memiliki open space yang sempit sehingga anak-anak cenderung bermain dalam kelas. Adapun pembagian ruang pada analisa bangunan baru yaitu bangunan A, B, C, D, adalah bangunan kelas, dengan pembagian kelasnya adalah bangunan A dan B pada lantai satu, dua dan tiga dipakai untuk SDN Tukangan I, sedangkan lantai satu dan dua pada bangunan C dan D untuk SDN Tukangan II. Untuk bangunan A & B mamiliki tiga lantai pada bangunan C & D memiliki dua lantai. Bangunan ini digunakan untuk SDN Tukangan II. Pada lantai satu selain ruang empat ruang kelas terdapat mushola, r. kantor, kantin, UKS, km/wc, hall, parkir dan rumah penjaga sekola. Pada lantai dua terdapat lima ruang kelas, perpustakaan dan km/wc. Sedangkan pada lantai tiga terdapat tiga ruang kelas dan hall.

Tabel V.1
Analisa kebutuhan ruang

NAMA RUANG	DIMENSI RUANG	JUMLAH RUANG
SDN Tukangan I		
* R. kelas	$\pm 7 \times 8 \text{ m}^2$	6
* R. kantor	$\pm 6 \times 5 \text{ m}^2$	1
* R. perpustakaan	$\pm 4 \times 4 \text{ m}^2$	1
* R. uks	$\pm 2 \times 2 \text{ m}^2$	1
* R. kantin	$\pm 2 \times 2 \text{ m}^2$	1
* Mushola	$\pm 3 \times 3 \text{ m}^2$	1
* Km/wc	$\pm 1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$	3
* T. wudhu	$\pm 1 \times 2 \text{ m}^2$	1
* Gudang	$\pm 1 \times 1,5 \text{ m}^2$	1
SDN Tukangan II		
* R.kelas	$\pm 7 \times 8 \text{ m}^2$	6
* R. kepek	$\pm 4 \times 4 \text{ m}^2$	1

* R. guru	$\pm 2,5 \times 8 \text{ m}^2$	1
* R. perpustakaan	$\pm 2,5 \times 8 \text{ m}^2$	1
* R. uks	$\pm 2 \times 2 \text{ m}^2$	1
* R. kantin	$\pm 2 \times 1 \text{ m}^2$	1
* Mushola	$\pm 3 \times 2,5 \text{ m}^2$	1
* Km/wc	$\pm 1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$	3
*T. wudhu	$\pm 1 \times 2 \text{ m}^2$	1
* Gudang	$\pm 1 \times 1,5 \text{ m}^2$	1
Auditorium bersama	$\pm 6 \times 8 \text{ m}^2$	1
R. parkir bersama	$\pm 1,5 \times 5 \text{ m}^2$	1
R. penjaga SD	$\pm 4 \times 5 \text{ m}^2$	1

Sumber : hasil analisa

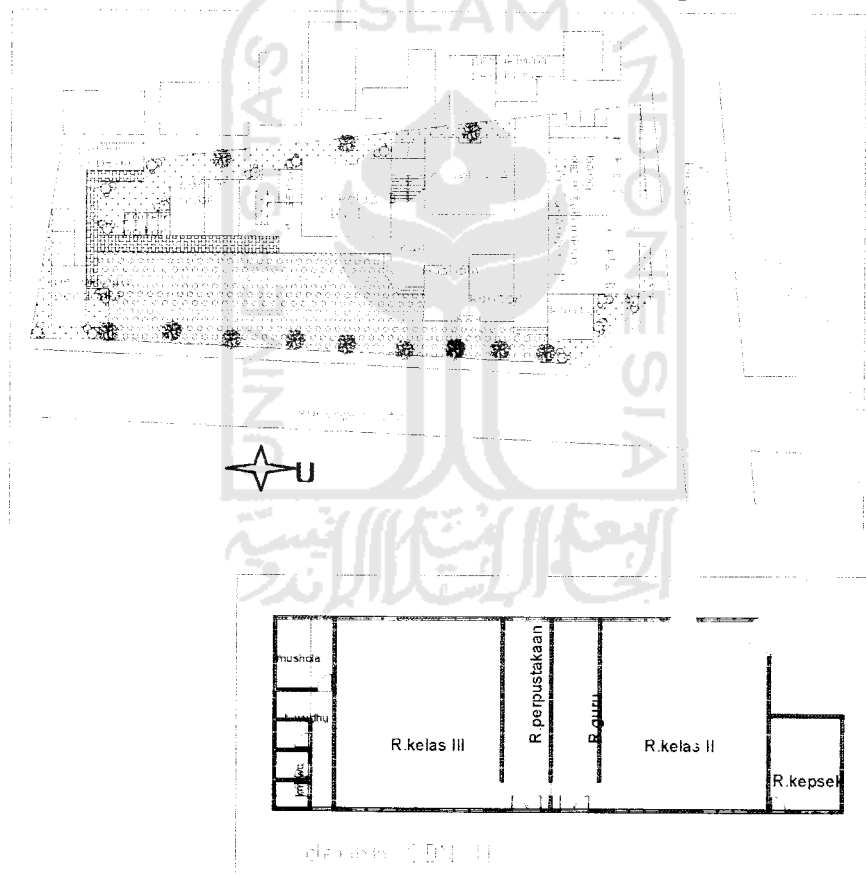
Dengan posisi bangunan seperti tersebut pada gambar 5.3 sirkulasi baik udara ataupun suara akan dapat mengalir dengan baik, yaitu dengan cara suara bising dari jalan akan di terima oleh bangunan dua lantai, dimana pada lantai dua dan tiga bukaan mengarah ke utara dan selatan sehingga suara bising dari arah barat dan timur dapat dihindari, sedangkan suara pada arah utara selatan yang tidak begitu tinggi diamankan dengan pembelokan suara lewat desain bukaan yang dipakai. Pada lantai dua dan tiga tidak terlindungi oleh barrier, untuk itu dinding pada lantai ini diberi perlindungan agar bising yang datang tidak masuk dengan langsung. Diantara bangunan ini terdapat selasar-selasar yang selain sebagai sirkulasi berjalan tetapi sebagai sirkulasi suara agar suara bisa keluar masuk dengan baik sehingga tidak tertampung dalam suatu ruangan tertentu.

Lay out bangunan juga dipengaruhi oleh bahan bangunan yang dipakai pada bangunan dan kondisi sekitar ruangan, seperti keberadaan permukaan-permukaan yang memantulkan/ menyerap suara atau obyek penghalang seperti pagar, tanaman, dll.

5.2. ANALISA PERLETAKAN, MACAM DAN DIMENSI JENDELA, PINTU DAN VENTILASI TERHADAP DIMENSI DINDING BANGUNAN

Jendela adalah elemen yang sengaja ditempatkan untuk memenuhi kebutuhan akan view (pemandangan), pencahayaan dan penghawaan alamiah dalam sebuah bangunan. Kehadiran jendela juga sekaligus menjadi titik kritis masuknya kebisingan didalam bangunan.

Gambar 5.3 :
Analisa perletakan jendela, pintu dan ventilasi terhadap sumber bising

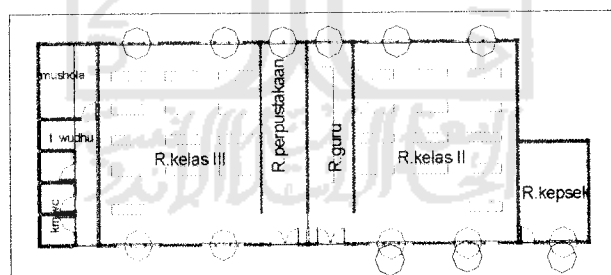


☞ Analisa perletakan jendela terhadap sumber bising

Adanya pengaturan perletakan dan macam bukaan yang ada pada sebuah bangunan juga memiliki pengaruh yang sangat besar bagi sebuah

bangunan yang terletak pada tepi jalan raya, karena perletakan jendela yang tanpa perencanaan yang baik akan mengalirkan suara bising yang ada di jalan langsung menuju ke ruangan. Dimensi jendela juga memiliki andil penting dalam mereduksi kebisingan. Fungsi jendela adalah mengalirkan udara pada suatu ruang agar sirkulasi udara menjadi baik dan sehat, selain itu jendela juga sebagai jalannya suara.

SD Negeri Tukangan I & II memiliki perencanaan perletakan jendela yang kurang baik karena jendela pada SD ini menghadap langsung ke sumber bising yaitu jalan raya dan pemukiman penduduk sekitar. Sebagai tolak ukur disini adalah adanya bangunan yang dipertahankan, yaitu bangunan SDN Tukangan II karena pada posisi bangunan ini kebisingan yang masuk pada bangunan tidak terlalu tinggi. Hal ini disebabkan perletakan jendela yang pada bangunan ini berada didepan menghadap selatan dan dibelakang menghadap utara, yang mana letak jendela yang berada di belakang terhalang oleh barrier masif yaitu pagar dan sehingga keberadaan bising jalan yang ada pada sebelah utara bangunan dapat ditahan oleh adanya barrier yang masif.



Gambar 5.4 :

Analisis perletakan jendela terhadap bising sekitar

- Bukaan akibat bising jalan raya
- Bukaan akibat bising pemukiman

Sumber : hasil analisa

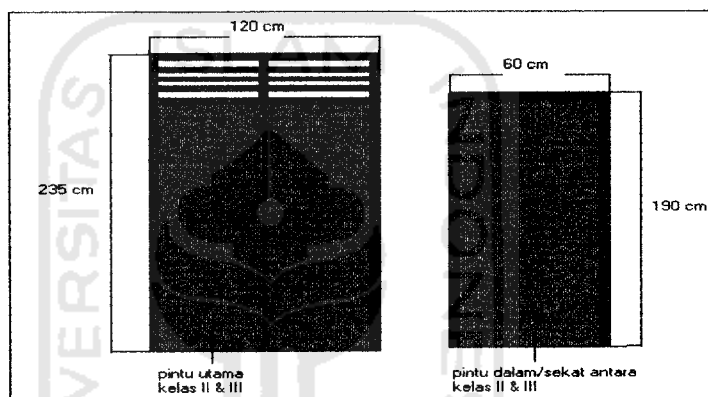
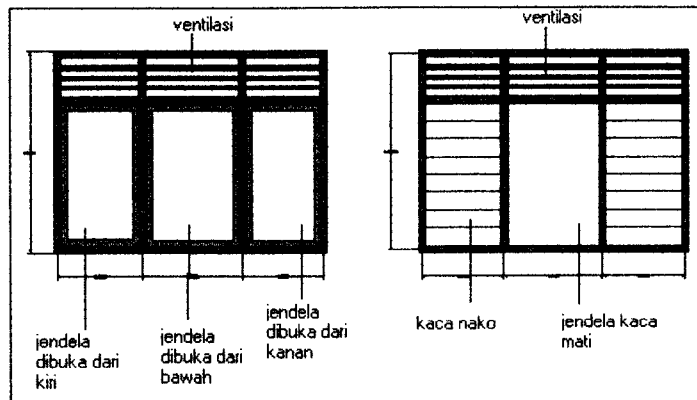
Perletakan bukaan yang ada pada bangunan konstanta sudah memenuhi syarat karena tidak berhadapan langsung dengan bising jalan yang ramai yaitu disebelah timur dan bising pemukiman penduduk disebelah barat. Dengan mengetahui sebaran bising yang terdapat disekitar bangunan yang mana bising yang paling kuat berada disebelah barat dan timur, maka bukaan nantinya harus diletakkan pada arah yang berlawanan. Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan yang ada pada bangunan ini pada sebelah timur dapat diletakkan jendela mati sehingga sinar matahari dapat masuk dengan baik.

Analisa macam dan tipe bukaan terhadap sumber bising

Dari dua sekolah yang ada pada SDN Tukangan I & II, bangunan pada SDN Tukangan II yang menghadap sebelah selatan adalah bangunan yang dijadikan konstanta. Pada bangunan ini memiliki dimensi jendela yang sama yaitu 109 cm X 106 cm, tetapi memiliki macam yang berbeda. Ada dua macam tipe bukaan yang ada pada bangunan ini :

Tipe 1) terdiri dari tiga jendela hidup (jendela yang dapat dibuka)

Tipe 2) terdiri dari dua jendela nako dan satu jendela mati (tidak dapat dibuka) lihat gambar. Dua tipe jendela ini merupakan jendela yang terletak pada utara dan selatan bangunan. Bedanya pada arah selatan terdapat pintu besar sebagai pintu utama untuk dua kelas berukuran 120 cm X 200 cm, sedangkan pada sebelah utara pengganti pintu dipasang jendela. Bahan penutup jendela dari kedua macam tipe ini tipe 1, terbuat dari kaca bening dengan bingkai kayu, bukaan jendela keluar, jendela tepi kanan dibuka dari sebelah kiri jendela tepi kiri dibuka dari kanan dan jendela tengah dibuka dari bagian bawah jendela. Pada bukaan tipe 2, kedua tepinya terdapat jendela nako yang terbuat dari kaca, sedangkan jendela matinya dari kaca bening dengan bingkai kayu.



Gambar 5.5 :
Macam tipe bukaan pada bangunan yang dipertahankan

Sumber : hasil analisa

Dari kedua macam tipe bukaan tersebut diatas masing-masing dilengkapi oleh ventilasi. Ventilasi memiliki ukuran panjang sesuai dengan bukaan yang ada sedangkan memiliki lebar 35 cm. Ventilasi ini terbuat dari kayu tipis berukuran 5 mm X 5 mm yang ditata secara vertikal dengan jarak yang cukup lebar 10 cm, sehingga memungkinkan udara masuk dengan baik, tapi disisi kebisingan ventilasi seperti ini dapat mengalirkan suara dengan baik karena tidak ada pembelokan suara, sehingga suara bisa masuk secara langsung dalam bangunan.

Bukaan yang dapat mengendalikan kebisingan adalah jendela yang dapat memantulkan suara atau menghambat jalannya suara yang masuk dalam sebuah bangunan. Jendela yang dapat memantulkan suara adalah jendela dengan model memiliki sirip-sirip, yang mana dari pengaturan perletakan sirip nantinya akan meminimalkan suara yang masuk tapi masih memberikan sirkulasi udara yang bagus. Selain penggunaan sirip penggunaan jendela mati yang tidak sepenuhnya tertutup, sehingga memungkinkan udara untuk masuk. Hal itu juga berpengaruh pada ventilasinya. Ventilasi sebagai mengalirnya udara harus tetap ada tapi harus dibuat dengan permainan tinggi rendah dan naik turun sehingga didapat suatu ventilasi yang bagus.

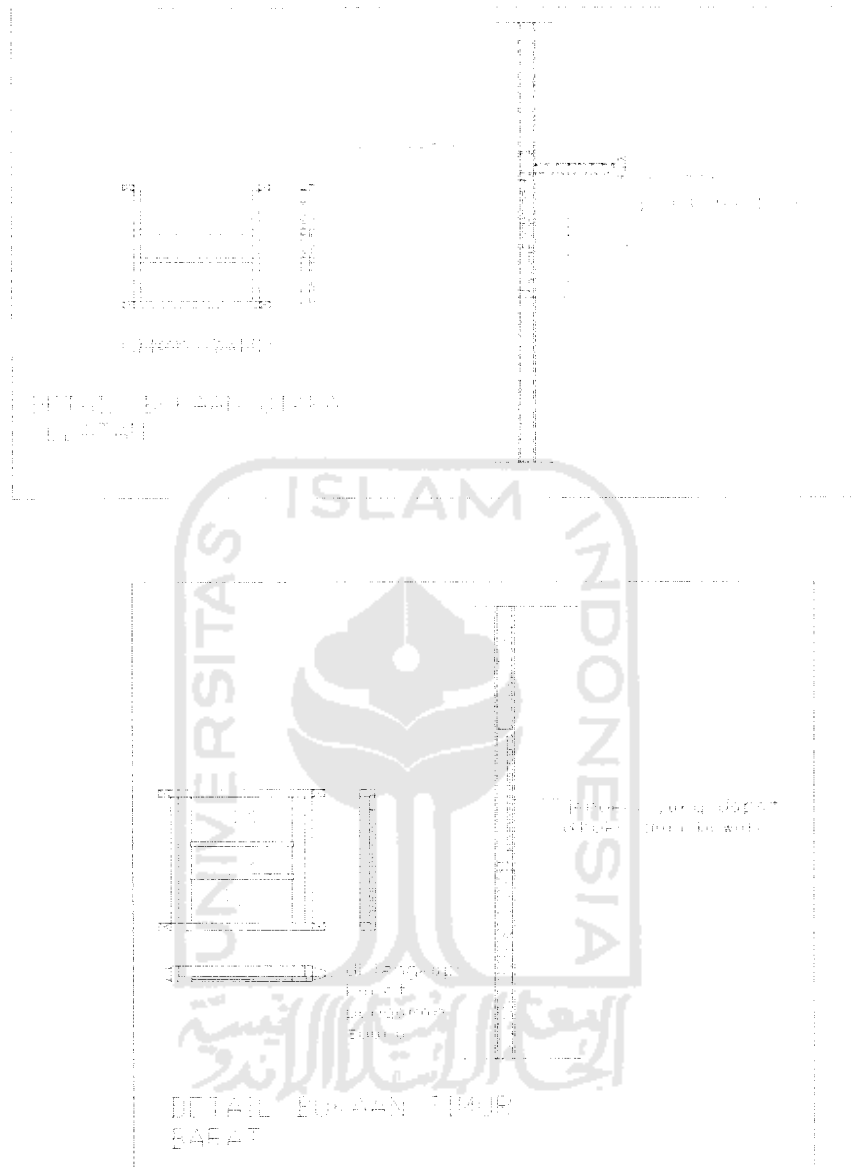


Gambar 5.6 :
Dimensi dan macam bukaan yang ada pada bangunan yang tidak ada perlindungan daribising sekitar

- Bukaan yang dirubah
- Bukaan yang sedikit berubah

Gambar 5.7 :
bukaan yang dipakai adalah bukaan yang bisa membelokkan sumber suara dan menghambat jalannya suara

Sumber : hasil analisis



Bukaan pada bangunan konstanta yang telah ada terdiri dari dua tipe, tipe pertama adalah bukaan yang berdimensi lebar pada dasarnya bukaan yang ada pada bangunan ini memiliki macam bukaan yang cukup baik, tapi dimensi bukaan yang ada terlalu lebar, sehingga bising yang ada bisa masuk. Sedangkan pada bukaan tipe dua bukaan ini relatif lebih aman

dibanding bukaan tipe satu hanya mengalami sedikit perubahan pada dimensi bukaan lebih dikecilkan, karena pada bukaan macam nako dan jendela mati dapat membelokkan suara yang akan masuk pada ruangan. Penanganan bukaan yang ada pada bangunan sekolah ini harus menggunakan bukaan jenis seperti gambar 5.7, bukaan pada gambar tersebut adalah jendela mati tapi tidak sepenuhnya mati dengan pengaturan naik turun dan maju mundur kaca yang ada sehingga fungsi bukaan sebagai pengalir udara masih berfungsi dengan baik tanpa merasa was-was dengan bising yang masuk secara langsung.

Bukaan-bukaan pada bangunan ini berorientasi pada arah utara dan selatan, sehingga pada bangunan ini kurang memiliki pencahayaan yang bagus sehingga dengan kendala tersebut maka disiasati dengan memasang dinding kaca yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 6 mm pada sisi luar dinding bagian timur dan barat. Sehingga cahaya alami bisa masuk dengan baik.

Analisis dimensi bukaan terhadap dimensi dinding bangunan

Untuk menentukan apakah bukaan yang ada pada bangunan tersebut telah memenuhi syarat atau belum maka perlu dilakukan pengukuran, sehingga nantinya didapatkan dimensi bukaan yang sesuai pada kasus ini.

Penghitungan ini untuk mengetahui tingkat / nilai insulasi, dimana nilai insulasi itu sendiri adalah angka yang menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk meredam / mengurangi transmisi suara, ketika bahan dipasang antara sumber dengan penerima suara (dipasang sebagai penghalang). Untuk mengukur nilai insulasi jendela di pengaruhi dengan nilai insulasi dinding, karena jendela memiliki bahan yang lebih tipis dari bahan dinding secara keseluruhan, seperti pada bangunan ini memiliki bahan dinding bata plester dua sisi (lihat tabel V.2). Penggantian sebagian dinding dengan jendela berbahan tipis akan menurunkan tingkat insulasi dinding. Rasio

luasannya terhadap dinding bata, model jendela serta bahan panel pengisi jendela memiliki pengaruh yang besar dalam perhitungan nilai insulasi.

Tabel V.2 :
Nilai insulasi dinding

No	Bahan dinding (pada ketebalan setengah bata)	Nilai insulasi pada frekuensi dinormalkan
1	Kayu utuh (bukan paapan)	35 dB
2	Batu kali	37 dB
3	Bata ekspos	42 dB
4	Bata plester dua sisi	45 dB
5	Beton tebal 20 cm	55 dB

Sumber : tabloid RUMAH edisi 28

Tabel V.3 :
Nilai insulasi jendela

No	Model dan bahan jendela pada frekuensi dinormalkan	Nilai insulasi
1	Semua jendela terbuka	5 – 15 dB*
2	Jendela kaca mati, tebal kaca 3 mm	24 dB
3	Jendela kaca mati, tebal kaca 4 mm	25 dB
4	Jendela kaca mati, tebal kaca 6 mm	28 dB
5	Jendela kaca mati, tebal kaca 12 mm	33 dB
6	Jendela kaca mati, kaca ganda tebal 4 mm jarak antar kaca 20 cm	40 dB
7	Jendela kaca mati, kaca ganda tebal 6 mm jarak antar kaca 20 cm	42 dB
8	Jendela kaca ganda ada bagian terbuka (seperti jendela bovenlict)	15 dB

Nilai insulasi jendela terbuka dapat berubah-ubah sesuai dengan posisi orang terhadap jendela. Semakin dekat, semakin kecil nilai insulasinya. Secara umum, untuk jendela terbuka dapat dipakai nilai insulasi 12 dB

Sumber : tabloid RUMAH edisi 28

Tahap-tahap penghitungan nilai insulasi yang ada pada bangunan konstanta ini dilakukan secara gabungan dinding dan jendela kelas yang menghadap langsung ke sumber bising.

1. menghitung luasan dinding yang menghadap ke arah jalan (termasuk luasan jendelanya). Penghitungan dinding hanya berlaku pada dinding yang berada ditepi jalan saja, dinding yang berada pada samping kiri dan kanan tidak perlu dihitung.
2. menentukan nilai insulasi dinding yang ada pada sekolah, dengan menganggap semuanya dalam keadaan homogen (keberadaan jendela sementara diabaikan), dengan bantuan tabel V.2
3. menentukan luasan jendela yang ada pada dinding tersebut baik menggunakan luas bersih atau luas kotor, sebab perbedaan yang terjadi tidak signifikan. Sehingga nantinya diperoleh luasan sisa dinding yang terbuat dari bahan tebal (luas dinding keseluruhan dikurangi luas jendela yang ada)
4. menentukan rasio antara luasan jendela berbanding luasan sisi dinding berbahan tebal. Untuk menjadi catatan, tidak boleh terbalik menjadi rasio luasan sisa berbanding luasan jendela, atau luasan jendela berbanding luas dinding keseluruhan.
5. menentukan nilai insulasi jendela pada dinding dengan bantuan tabel 3
6. menghitung selisih insulasi antara dinding berbahan tebal dengan insulasi jendela
7. menggunakan tabel V.4, dengan meletakkan nilai rasio yang telah ditemukan pada sisi tegak, dan meletakkan selisih insulasi pada kurva yang tepat di dalam bagan tersebut. Jika nilai rasio dan selisih insulasi

tidak tepat nilainya sebagai mana yang tercantum dalam bagan, dapat membuat sendiri secara skalatis diantara angka yang sudah tercantum.

8. tarik kebawah titik pertemuan antara garis rasio dan kurva selisih menuju pada angka disisi bawah (loss of insulation). Nilai yang didapat menunjukkan tingkat insulasi yang hilang dari dinding berbahan tebal yang tidak lagi homogen, karena telah terpasang jendela. Kurangkan nilai yang diperoleh pada nilai insulasi dinding berbahan tebal sehingga didapat nilai insulasi gabungan keduanya.

Untuk proses penghitungannya adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- kelas dengan ukuran $7 \times 8 \text{ m}^2$
- ketinggian dinding 3,5 m
- keseluruhan dinding terbuat dari bata plester dua sisi
- semua dinding yang menghadap kejalan memiliki jendela hidup berukuran $1,86 \times 1,09 \text{ m}^2$ dan jendela kaca mati dengan tebal kaca 4 mm berukuran $0,7 \times 1,09 \text{ m}^2$. Bila dinding bagian depan tanpa jendela, maka nilai insulasinya adalah 45 dB.

Dicari :

- Karena dipasang jendela hidup dan jendela mati, maka nilai insulasi gabungannya adalah

Penghitungan :

1. rasio luasan jendela berbanding luasan sisa dinding bata sekitar

$$\text{luas dinding } 8 \times 3,5 = 28 \text{ m}^2$$

$$\text{luas jendela hidup } 1,86 \times 1,09 = 2,03 \text{ m}^2$$

$$\text{luas jendela mati } 0,7 \times 1,09 = \underline{0,76 \text{ m}^2} +$$

$$2,8 = 3 \text{ m}^2$$

sehingga didapat rasio jendela berbanding luasan sisa dinding adalah

$$28 - 3 = 25 \rightarrow 1: 8,3$$

2. selisih insulasi adalah

$$45 \text{ dB} - 37 \text{ dB} = 8 \text{ dB} \text{ (dapat dilihat pada tabel V.2 dan V.3)}$$

3. dengan bantuan bagan pada gambar, ditemukan bahwa nilai insulasi yang hilang dari dinding bata plester dua sisi setelah dipasang jendela hidup dan mati adalah 4dB. Sehingga nilai insulasi gabungan (nilai insulasi akhir dinding tersebut) adalah $42 \text{ dB} - 4 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$ (lihat gambar 5.8)

Pada penghitungan ini harus dihubungkan dengan penggunaan adanya sound barrier, dengan perhitungan sebagai berikut

Diketahui :

- tingkat kebisingan di jalan 90 dB
- berdasarkan perhitungan sound barrier yang dihitung sound barrier mampu menurunkan 17 dB
- insulasi dinding yang didapat diatas adalah 38 dB

Dicari :

Tingkat kebisingan dalam kelas

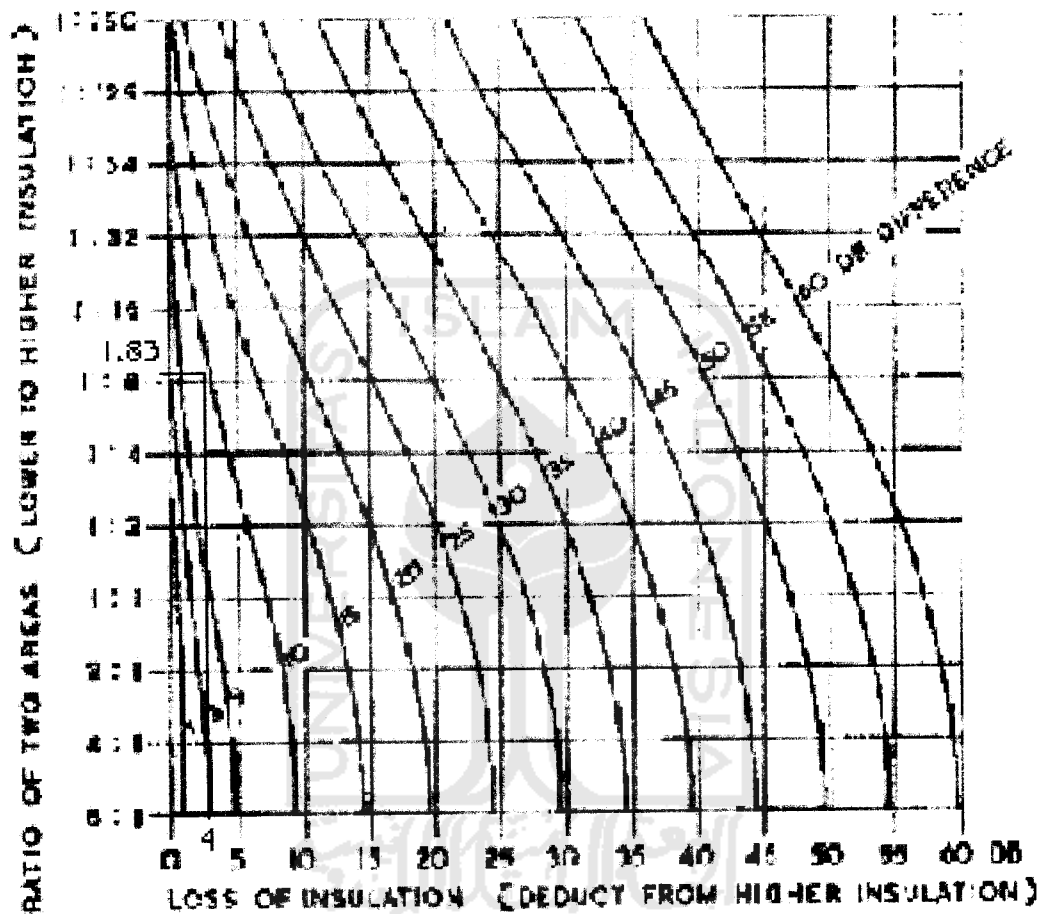
Perhitungan :

Menghitung tingkat kebisingan yang siap masuk dalam kamar
 $90 - 17 = 73 \text{ dB}$

berdasarkan insulasi gabungan yang menghadap kejalan 41 dB maka tingkat kebisingan didalam kelas akan mencapai
 $73 - 38 = 34 \text{ dB}$

Berdasarkan hitungan diatas dengan standart kebisinga sebuah sekolah 40 - 45 dB maka, pemakaian jendela pada sisi utara dan selatan ini telah memenuhi syarat.

NET INSULATION OF TWO ELEMENTS



Gambar 5.8 :

Bagan perhitungan nilai insulasi gabungan

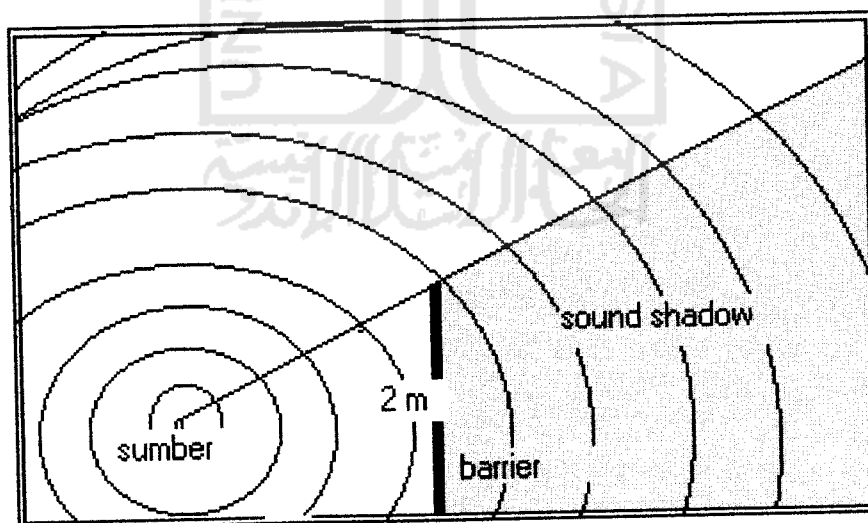
Sumber : hasil analisa

5.3. PERANAN PAGAR (BARRIER) DAN FURNITURE TERHADAP SUMBER- SUMBER BISING YANG ADA

Peranan pagar sangat penting bagi sebuah bangunan yang terletak pada kondisi yang sangat bising. Pada bangunan yang menghadap kejalan yang padat harus mengfungsikan pagar sekaligus sebagai sound barrier. Karena tanpa peran pagar sebagai barrier maka suara akan langsung masuk pada bangunan sehingga menyebabkan bising yang sangat kuat. Pagar ada dua macam pagar hidup (tanaman) dan pagar mati.

☞ Analisis perhitungan pagar terhadap sumber bising luar

Pada SD Negeri Tukangan I & II ini memiliki pagar dengan ketinggian 2 m, pada bagian depan, samping kiri dan kanan. Sedangkan pada bagian belakang memiliki ketinggian antara 1 – 1.5 m. Perbedaan ini disebabkan oleh asumsi bahwa bising yang berasal dari pemukiman tidak begitu besar. Perbedaan bangunan setelah menggunakan pagar dan yang belum terlindungi pagar di bedakan pada lantai 1 yaitu kelas I,II, dan III sedang yang tidak memakai pagar pada kelas IV,V,dan VI.



Gambar 5.9 :

Sound barrier akan membentuk sound shadow

dengan tingkat bising yang lebih rendah.

Sumber : hasil analisa

Pagar harus difungsikan sebagai sound barrier bagi sebuah bangunan yang berada di tepi jalan. Pagar pada SD ini memiliki ketinggian 2 m sehingga terlihat kaku, untuk menyiasati sound barrier agar tidak terlihat kaku ada dua factor, adapun dua factor terpenting yang akan mempengaruhi keberhasilan sound barrier adalah bahan dan dimensi.

Dalam kehidupan sehari-hari, ketika sebuah sumber suara bergetar, maka getarannya akan merambat melalui udara hingga sampai ke telinga. Untuk itu perlu ditempatkan sound barrier antara sumber suara dan telinga. Penghambatan suara ini akan berhasil jika barrier tidak ikut bergetar saat tertimpa gelombang yang merambat (tidak beresonansi). Untuk meminimalkan resonansi, barrier harus tersusun dari bahan tebal dan berat , yang dipasang secara rigid/ permanent. Pada bangunan sekolah ini masih menggunakan bahan-bahan yang biasa, tanpa memperhitungkan fungsinya sebagai penyerap suara. Sound barrier akan mengalami kegagalan bila pemakaian bahan yang tidak homogen dan memiliki celah atau retak (tidak massif). Sedangkan pada bangunan sekolah ini memiliki sound barrier yang tidak massif hal ini dapat dilihat dengan adanya retakan pada pagar dan pintu pagar yang terbuat dari teralis, sehingga suara dapat masuk dengan mudah.

Tabel V.4 :

Bahan bangunan dan berat kg/m² nya

Jenis material	KG/M ²
Bata plester	2
Batu kali	2,5
Comblok padat (kwalitas bagus)	7 - 11
Plaster board gypsum	5 - 10
Genteng keramik	34 - 40

Beton cor

34 - 45

Sumber : tabloid RUMAH edisi 27

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa untuk memperoleh reduksi kebisingan sebesar 5 dBA, diperlukan sound barrier dari bahan yang memiliki berat sekitar 10 kg/m². Dan untuk mengurangi kebisingan sebesar 10 dBA, diperlukan bahan dengan berat sekitar 11 – 15 kg/m². Hal diatas menunjukkan contoh bahan-bahan bangunan dengan berat per meter perseginya. Pada bangunan sekolah dasar memiliki tingkat bising maximal 50 dBA sehingga diperlukan bahan dengan berat sebesar 50 – 55 kg/m² agar pagar dapat berfungsi sebagai barrier yang bagus. Untuk mendapatkan jenis material yang dikehendaki harus bisa memadu padankan material yang sesuai.

Barrier yang menyeluruh dan tinggi akan secara penuh menghalangi rambatan gelombang suara, baik suara berfrekuensi tinggi (yang memiliki panjang gelombang pendek dan lemah) maupun suara yang berfrekuensi tinggi (yang memiliki panjang gelombang panjang dan kuat).

Sebuah sound barrier dikatakan berhasil ditentukan secara signifikan oleh ketinggiannya. Semakin tinggi barrier, akan semakin baik pula fungsinya, hal itu karena sound shadow yang terbentuk akan semakin luas (gambar 5.9). Tetapi sebuah bangunan sekolah harus menentukan ketinggian barrier yang tepat, yang dapat memberikan reduksi yang cukup signifikan tetapi masih memungkinkan adanya aliran udara.

Sebuah reduksi dikatakan signifikan bila sebuah elemen mampu menurunkan kebisingan minimal satu zoning di bawahnya (atau sekitar 10 dBA). Untuk saat ini tingkat kebisingan di sekitar bangunan di bagi empat yaitu :

- Zona A, untuk rumah sakit dan panti-panti perawatan (tingkat kebisingan diperbolehkan berkisar 35 – 45 dB)

- Zona B, untuk rumah tinggal dan sekolah (tingkat kebisingan diperbolehkan berkisar 40 – 45 dB)
- Zona C, untuk perkantoran dan pertokoan (tingkat kebisingan yang diizinkan berkisar 45 – 50 dB)
- Zona D, untuk perpustakaan (tingkat kebisingan yang diizinkan berkisar 30 – 35 dB)

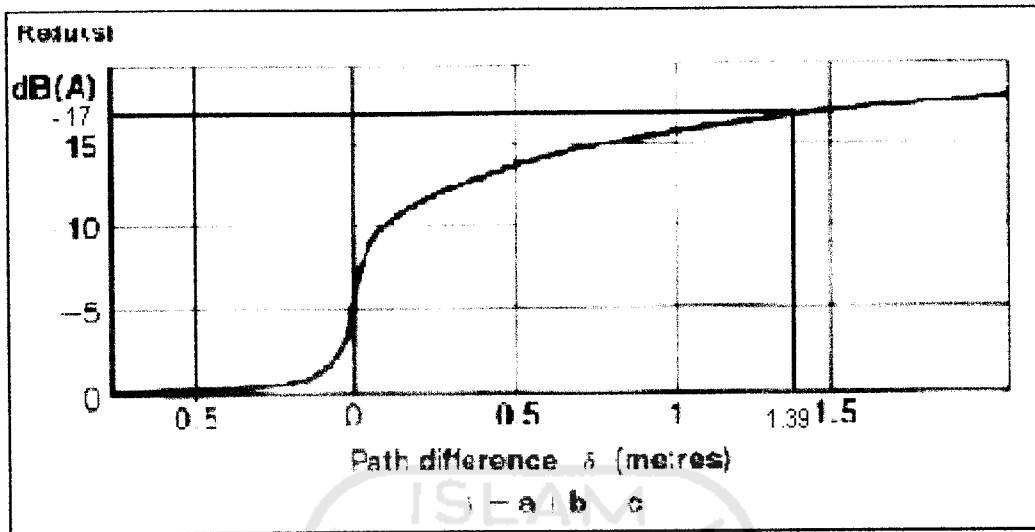
Pada kasus ini kita menggunakan zona B,C dan D karena sesuai dengan fungsi yang ada pada bangunan sekolah.

Untuk menghitung perkiraan reduksi bising yang akan diterima ketika membangun sebuah sound barrier dapat dilakukan secara manual dengan cara : pertama, menggambarkan posisi ketinggian sumber kebisingan, yaitu titik tengah jalan pada ketinggian sekitar 50 cm (tinggi rata-rata mesin dan knalpot kendaraan bermotor sebagai sumber bising). Titik tengah jalan diambil, karena umumnya orang akan cenderung mengendarai kendaraan di tengah jalan saat memacu kencang kendaraan. Kedua, gambar ketinggian dan posisi barrier yang terdapat pada SD, serta posisi dinding terdepan sekolah pada ketinggian ambang atas jendela lantai 2. Ketiga, menggunakan kurva pada gambar 5.10 untuk menghitung reduksi bising yang diterima. Tarik garis yang menghubungkan nilai path difference ke atas hingga bersilangan dengan kurva lalu tarik kesamping kiri untuk menemukan angka reduksinya. Penghitungannya berdasarkan gambar 5.11 adalah :

Gambar 5.10 :

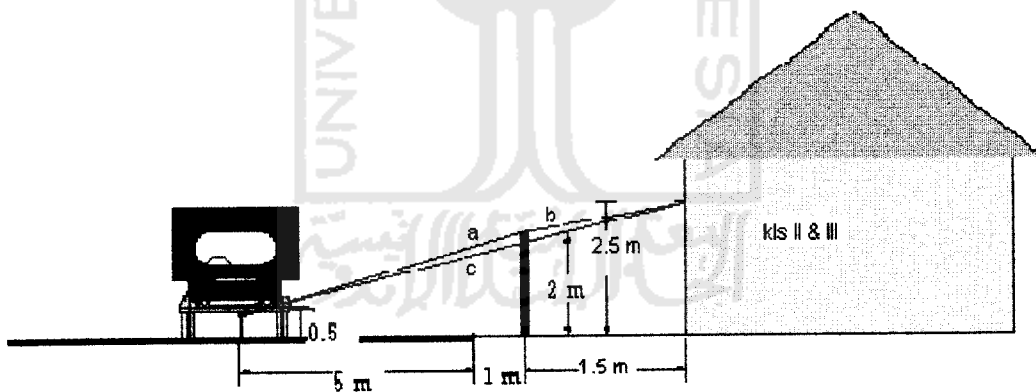
Kurva untuk menghitung reduksi yang diterima

Sumber : hasil analisa



Gambar 5.11 :
Penggambaran secara skalatis untuk menghitung *path difference*

Sumber : hasil analisa



Langkah penghitungan dilakukan sebagai berikut :

Diketahui :

- Pertama, menggambar posisi ketinggian sumber kebisingan, yaitu titik tengah jalan pada ketinggian sekitar 0.5 m (tinggi rata rata mesin dan knalpot kendaraan bermotor sebagai sumber bising). Titik tengah jalan

diambi, karena umumnya orang cenderung berada di tengah jalan saat memecuk kembang kendaraan.

- Kedua, menggambar ketinggian dan posisi barrier yang ada pada bangunan sekolah, serta posisi dinding terdepan bangunan pada ketinggian ambang atas jendela.

- Menggambar secara skalatis agar dapat dihubungkan dengan garis-garis yang presisi; garis (a) menghubungkan sumber dan ujung atas barrier, garis (b) menghubungkan ujung atas barrier dengan korban, sedangkan garis (c) menghubungkan korban dengan sumber.

Dicari :

Dengan menggunakan dalil phytagoras dapat dihitung panjang ketiga garis tersebut dan menemukan selisihnya (*path difference*) dengan rumus

$$d = a + b - c$$

Perhitungan :

Sehingga jawabnya berdasarkan gambar V.10 adalah :

$$a = 6^2 + 1,5^2 = 6,2 \text{ m}$$

$$b = 1,5^2 + 2,5^2 = 2,9 \text{ m}$$

$$c = 7,5^2 + 2^2 = 7,7 \text{ m}$$

$$a + b - c = d$$

$$6,2 + 2,9 - 7,7 = 1,39 \text{ m}$$

sehingga didapat nilai *path difference* senilai 1,39 m

selanjutnya menggunakan kurva pada gambar 5.10 untuk menghitung reduksi bising yang diterima dengan cara menarik garis yang menghubungkan nilai *path difference* ke arah atas hingga bersilangan dengan kurva lalu tarik kesamping kiri untuk menemukan angka reduksinya. Sehingga didapat angka reduksi yang diterima berkisar 17 dB

☛ Analisis penambahan barrier yang sesuai di lokasi penelitian

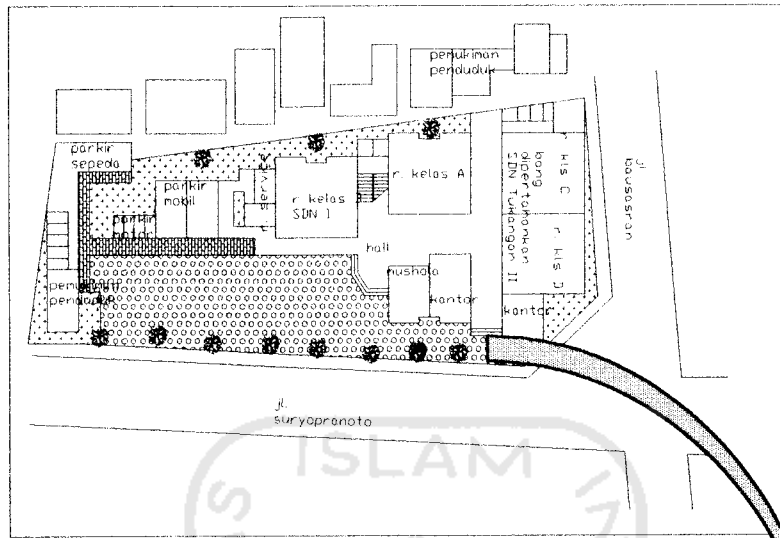
Berdasarkan penghitungan barrier maka didapat angka reduksi pada barrier tersebut adalah 17 dB, sedangkan angka kebisingan tertinggi pada

bangunan ini adalah 89 dB, sehingga pengaruh adanya barrier yang adalah $89 - 17 = 72$ dB. Titik aman sebuah sekolah adalah 40 - 45 dB sehingga barrier yang ada kurang masif terhadap bangunan sehingga perlu penambahan barrier. Untuk menyasiasi hal ini maka pada bangunan tersebut harus ditamanami tanaman yang bisa menjadi barrier dan dapat mereduksi bising yang ada.

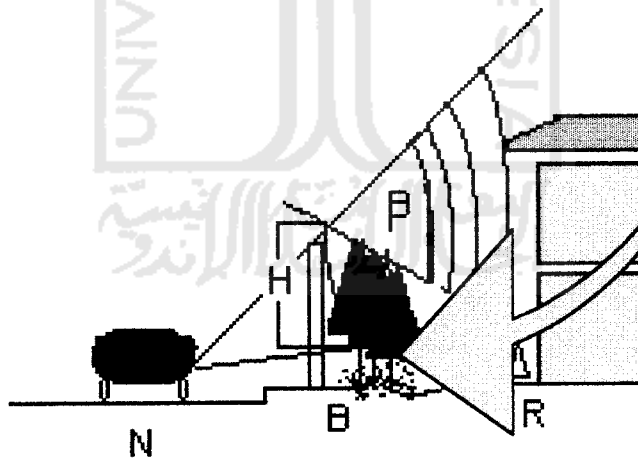
Berdasarkan lokasi dan titik bising yang ada maka nantinya pembagian barrier dipusatkan pada sumber bising yang paling tinggi sehingga barrier tanaman yang ditanam dapat sedikit banyak mereduksi bising yang ada, sehingga nantinya menghasilkan suatu lokasi sekolah yang kondusif dalam belajar.

Barrier tanaman yang dapat mereduksi bising adalah tanaman yang besar dan rimbun. Tanaman yang cocok seperti pohon mahoni, palem, dan pohon besar lainnya, pohon-pohon besar ini dimaksudkan agar mendukung nilai reduksi yang ada selain dari nilai reduksi pagar mati. Pagar mati yang ada pada adalah dengan ketinggian terbatas yaitu 2 - 3 m, sehingga untuk bangunan berlantai lebih dari satu diperlukan barrier yang sampai keatas, untuk menyasiasi hal itu maka diperlukan adanya barrier berupa tanaman. Karena pada barrier ini selain akan membantu mereduksi bunyi tapi juga sekaligus sebagai penyaring udara yang terpolusi pada bangunan tersebut dan juga menimbulkan pemandangan yang sejuk bagi yang melihatnya.

Pada gambar 5.12 diperlihatkan bahwa pada sisi timur terdapat banyak terdapat tanaman hal ini dikarenakan pada sebelah timur dan utara memiliki bising yang sangat tinggi sehingga penempatan paling diutamakan pada sebelah utara dan timur. Sedangkan pada bagian-bagian ruang antar bangunan dibuat taman kecil yang mengisi ruang tersebut sehingga suara dapat direduksi sebelum masuk pada bangunan. Selain itu pada area ini digunakan sebagai tempat parkir kendaraan, bermain dan sebagai lapangan upacara sehingga tidak ditanami tumbuhan secara menyeluruh.



Gambar 5.12 :
Analisis macam dan perletakan barrier
Sumber : hasil analisa

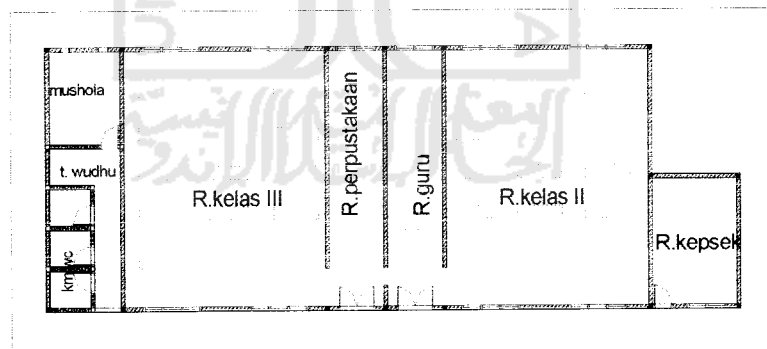


Gambar 5.13 :
Reduksi bising oleh barrier pagar dan pohon yang ditempatkan antara sumber bising dan penerima:
N, sumber bising; B, penghalang; R, penerima
Sumber : hasil analisa

Analisis pengaruh furniture dalam penyerapan bising

Untuk furniture yang ada pada SDN Tukangan I & II ini terdiri dari bangku, kursi, papan tulis, rak buku, lemari buku, gambar-gambar, dan tirai. Sebagian besar furniture terbuat dari kayu, ada juga triplek, kaca, aluminium. Untuk furniture yang ada pada sekolah ini banyak terbuat dari kayu, dimana telah diketahui bahwa bahan kayu sangat baik dalam menyerap suara, sehingga adanya furniture yang ada pada ruang-ruang yang ada akan banyak menyerap suara. Pada ruang kelas yang ada tidak dilengkapi dengan tirai, sehingga selain silau akan cahaya matahari juga kebisingan masih terlalu tinggi. Karena bagian tertutup tirai yang dibagi-bagi sekeliling bukaan lebih efektif dalam hal penyerapan bunyi dan memberikan kualitas bunyi yang merata daripada jika tidak memakai tirai.

Penggunaan tirai yang terbaik adalah tirai yang menggunakan tenunan dengan kerapatan memberikan kemampuan penyerapan yang lebih baik dari tenunan yang terlalu jarang dan tenunan yang terlalu rapat. Tirai merupakan metode sederhana untuk melakukan penyerapan bunyi untuk kadar tertentu, seperti yang ada pada ruang kelas pada bangunan ini.



Gambar 5.14 :

Analisis tata letak furniture pada bangunan yang dipertahankan

Sumber : hasil analisa

5.4. ANALISA PERLINDUNGAN TERHADAP BAHAN DINDING-DINDING PEMISAH, LANTAI, PINTU DAN JENDELA.

Pada sebuah bangunan sangat diperlukan adanya perlindungan terhadap bahan-bahan yang dipakai pada dinding, lantai dan plafon, apalagi pada bangunan yang memiliki broblem kebisingan, terutama pada bangunan sekolah. Bangunan SDN Tukangan I & II ini kurang mendapat perlindungan dari bahan-bahan yang telah ada sekarang ini, sehingga dinding pemisah, lantai dan plafon kurang menjadi bahan yang harus banyak mereduksi bising yang berasal dari sumber bising sekitar.

Dinding pemisah yang paling bagus pada SD ini harus menggunakan material dari beton cor, karena untuk mendapatkan dinding yang meminimalkan resonansi dibutuhkan bahan material yang tebal dan berat, yang dipasang secara rigid/ permanent. Kegagalan pada sebuah dinding pemisah juga dapat diakibatkan oleh pemakaian bahan yang homogen dan memiliki retak yang dapat mengalirkan suara antar kelasnya. Maka untuk mengetahui kemampuan suatu bahan diperlukan perhitungan nilai insulasi dinding.

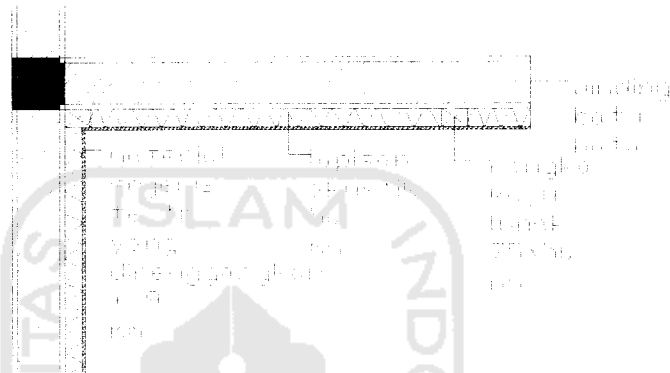
Analisis perlindungan terhadap bahan dinding pemisah

Bahan yang dipakai pada bangunan sekolah ini harus menggunakan bahan yang sesuai berdasarkan perhitungan terhadap dinding yang telah dibahas diatas. Dinding harus memiliki perlindungan yang pertama adalah mengenai bahan yang dipakai pada bangunan tersebut, tidak bisa disamakan dengan bangunan lain yang tidak memiliki gangguan akustik. Pada bangunan dinding pemisah harus menggunakan perlindungan khusus sehingga suara kelas satu bisa diserap oleh dinding pemisah terlebih dahulu sebelum diterima oleh kelas satunya lagi.

Perlindungan khusus terhadap dinding pemisah ini terutama adalah bahan dan penyusunannya beda dengan dinding biasa. Bahan bangunan harus sesuai dengan perhitungan pada insulasi dinding diatas, setelah

mengetahui seberapa besar insulasi yang diperoleh pada dinding maka dengan kurangnya insulasi yang ada maka dinding harus diberi pengaman dengan pemasangan karpet yang memiliki setar yang rumit sehingga suara dapat disaring sebelum masuk.

Dinding emisah antara ruang satu dengan yang lain harus terdiri dari dua lapisan terpisah dan dibangun dari dasar bangunan sampai atap.



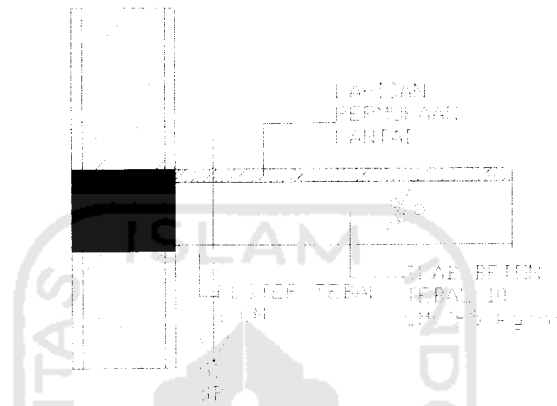
Gambar 5.15 :
**Analisis detail panel dinding yang
dipakai pada ruang kelasnya**

Analisis perlindungan terhadap bahan lantai

Perlindungan terhadap bahan lantai, lebih dilihat pada bising yang berasal dari dalam. Seperti suara anak jalan dan berlari, suara-suara tersebut akan mengganggu, jika pada saat pelajaran dimulai ada kelas lain yang berolah raga sehingga anak-anak akan berlarian. Hal itu menyebabkan getaran yang ditimbulkan dari anak-anak yang berlarian tersebut, terutama bila sumber berada pada lantai dua, maka kelas yang berada dibawahnya akan mendengarkan getaran suara-suara yang berada diatas. Untuk menyikapi hal itu maka harus ada perlindungan khusus terhadap bahan lantai terutama bangunan berlantai lebih dari satu.

Insulasi bunyi lantai atau dinding tergantung terutama pada tebal struktur dan kapasitas daya tahan dan kekuatan bahan. Kontruksi lantai

ringan (siap pakai dan praktekkan) sepenuhnya aman bagi beban yang hidup dan mati yang terdapat pada bangunan. Karena gangguan yang terjadi didalam ruang hanya diakibatkan oleh suara-suara anak itu sendiri tanpa adanya peralatan yang menghasilkan getar yang di pasang pada lantai, maka pada konstruksi lantainya menggunakan selimut isolasi inorganik



Gambar 5.16 :
Analisis lantai beton yang dipakai
dapat menahan bunyi sampai 51 dB

Analisis perlindungan terhadap pintu dan jendela

Pintu dan jendela yang akan dipakai memiliki perlindungan dari sinar matahari dan bunyi yaitu dengan adanya shading dan sirip, sedangkan pada jendela dalam dipakai pengaman karet agar pintu yang buka tutup tidak menimbulkan suara yang berisik, selain itu untuk menjaga kemasifan jendela itu sendiri. Bahan jendela dari kayu dan kaca dengan tebal 6 mm.

Sedangkan untuk pintu menggunakan pintu kayu dengan ukuran 70 X 70 X 200 cm, pada setiap ruang kelasnya. Dilengkapi juga dengan karet pengaman suara. (dapat dilihat pada gambar 4.7 diatas)